



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
09.02.2000 Bulletin 2000/06

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/18**, H01Q 19/13,
H01Q 19/17

(21) Numéro de dépôt: **99401976.8**

(22) Date de dépôt: **03.08.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Mica, Giovanni**
144 Rome (IT)
• **Mica, Andrea Giacomo**
Henley-on-Thames, Oxfordshire RG9 1UA (GB)

(30) Priorité: **04.08.1998 FR 9810015**

(74) Mandataire: **Somnier, Jean-Louis et al**
Novamark Technologies
122, rue Edouard Vaillant
92593 Levallois Perret Cedex (FR)

(71) Demandeur: **AGENCE SPATIALE EUROPEENNE**
F-75015 Paris (FR)

(54) **Antenne de réception à réflecteur excentré à balayage par la tête de réception, notamment pour la réception de plusieurs satellites de télévision et son procédé de mise en oeuvre**

(57) Dans un mode de réalisation préférée, l'antenne selon l'invention comprend une tête de réception mobile unique (2) et un réflecteur parabolique excentré fixe (1). La tête (2) est supportée par la première extrémité (31) d'un bras (3) mobile autour d'un axe de rotation (6) passant par le centre de la parabole du réflecteur (1) et parallèle à un axe, dit polaire réfléchi. Cet axe est la réflexion d'un axe polaire, parallèle à l'axe de rotation de la terre et à l'axe de l'orbite de satellites géostationnaires,

par rapport au plan tangent à la parabole en son centre (C). Des moyens d'entraînement (4) en rotation de la seconde extrémité (30) du bras (3) occasionnent une oscillation de ce bras (3) autour d'une position de repos de manière à ce que la tête (2) se déplace sur un cylindre dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi. La tête (2) reste pointée sur le centre (C) du réflecteur parabolique (1).

Application à la réception des satellites de télévision.

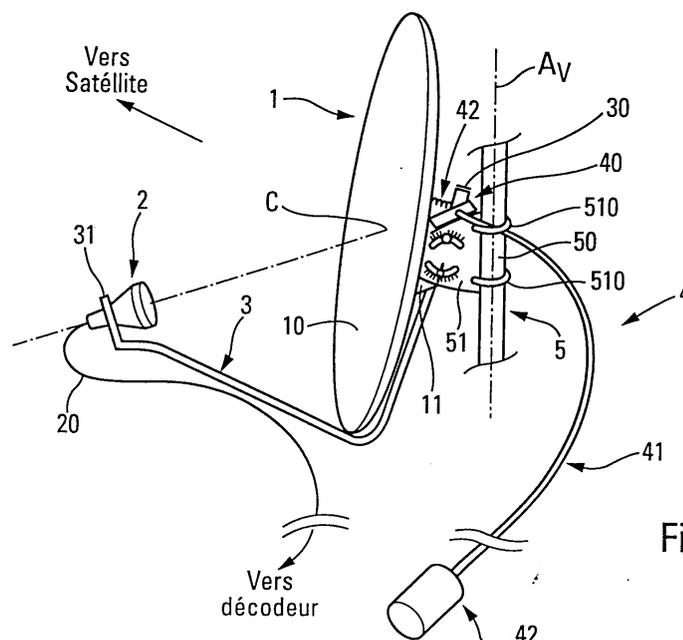


Fig. 5

Description

[0001] La présente invention concerne une antenne de réception à balayage du type comprenant un réflecteur parabolique excentré fixe, notamment pour la réception de plusieurs satellites de télévision.

[0002] L'invention a encore pour objet un procédé de mise en oeuvre d'une telle antenne.

[0003] Des antennes ré-orientables sont intéressantes, notamment dans les applications de réception d'émissions de télévision relayées par des satellites géostationnaires placés sur des positions orbitales différentes.

[0004] Cette réception peut être réalisée, en particulier, à l'aide d'antennes à réflecteur parabolique excentré (ou "offset" selon la terminologie anglo-saxonne couramment utilisée) de différentes façons : ré-orientation de l'antenne complète (tête de réception et réflecteur), commutation entre plusieurs têtes de réception excentrées, balayage mécanique d'une seule tête de réception, balayage électronique d'une antenne réseau, etc.

[0005] Il est clair que le besoin se fait sentir, pour les particuliers, de pouvoir recevoir à l'aide d'une seule antenne les émissions de télévision relayées par des satellites géostationnaires tels que "EUTELSAT", "ASTRA", "TELECOM 2A" et "2B", "INTELSAT", en ce qui concerne Europe occidentale.

[0006] Notamment, avec l'introduction de satellites à Puissance Isotrope Rayonnée Effective élevée (PIRE typiquement supérieure à 50 dBW), comme "ASTRA" et les séries "EUTELSAT - Hotbird", le marché européen s'élève à plus de 10 millions d'utilisateurs. Des "kits" bons marchés, comprenant une antenne fixe et un décodeur, sont proposés à 1500 FF environ. Cependant, bien qu'un marché potentiel mondial considérable existe, il n'existe pas d'antennes ré-orientables, à usage domestique, capables de recevoir des satellites géostationnaires répartis sur un arc de 10 à 15 degrés.

[0007] Dans l'art connu, on a étudié une grande variété de configurations mécaniques visant à satisfaire les exigences techniques précitées. Les systèmes d'antennes mettent en oeuvre une tête de réception classique du type cornet. Typiquement, la structure de l'antenne doit tenir dans un cube de 90 cm de côté pour satisfaire certains règlements de construction.

[0008] La Demanderesse a mené des études qui montrent que les systèmes d'antennes motorisées à monture polaire, satisfaisant les exigences techniques précitées, entraînent un coût supérieur de 1,5 à 2 fois le prix d'une antenne conventionnelle à disque statique de 70 à 90 cm. Ces études concluent également que ce type d'antennes restera l'approche préférée des usagers isolés, par rapport à un système adoptant le balayage de tête de réception, ce tant que le surcoût de l'élimination de la dégradation du rendement de l'antenne restera important et que la commutation (ou "zapping") entre satellites restera très lente.

[0009] A titre d'exemples non exhaustifs, on peut indiquer brièvement quelques caractéristiques d'antennes selon plusieurs solutions de l'art connu.

[0010] Un premier exemple d'antenne (appelée solution "A", ci-après) est constitué par le cas d'une antenne à réflecteur motorisé. Ce type d'antenne comprend généralement un disque de 70 à 90 cm jouant le rôle de réflecteur excentré simple, à monture polaire, connecté à une seule tête de réception et à un convertisseur à faible bruit ("LNB" ou "Low Noise Block downconverter", selon la dénomination anglo-saxonne couramment utilisée). La polarisation du signal de sortie du convertisseur est ajustable. La tête de réception convertit l'énergie électromagnétique en signaux électriques transmis habituellement par un câble coaxial. Typiquement, les caractéristiques d'une telle antenne, comparées à celles d'une antenne fixe, ressortent de la TABLE I placée en fin de la présente description.

[0011] Un deuxième exemple (appelée solution "B", ci-après) est constitué par le cas d'une antenne à tête de réception motorisée. On choisit de nouveau un réflecteur excentré simple connecté à une seule tête de réception, munie d'un convertisseur à faible bruit. Dans ce cas le balayage est accompli en déplaçant la tête de réception linéairement dans le plan des satellites, avec une amplitude de mouvement d'environ 80 mm. Le réflecteur reste statique. On utilise un seul canal et une polarisation ajustable. Une telle antenne est décrite, à titre d'exemple, dans le livre de T. A. Milligan : "MODERN ANTENNA DESIGN", McGrawhill, 1985. Le mécanisme de déplacement de la tête de réception est plus particulièrement décrit dans la demande de brevet européen EP-A1-0 655 796. Typiquement les caractéristiques d'une telle antenne, comparées à celles d'une antenne fixe, ressortent de la TABLE II placée en fin de la présente description.

[0012] Un troisième exemple (appelée solution "C", ci-après) est constitué par le cas d'une antenne à têtes de réception multiples. Elle comporte un réflecteur excentré simple avec deux têtes de réception ou plus, chacune étant séparée de la suivante d'au moins 6 cm. Chaque tête est connectée par un câble coaxial à un canal unique, à polarisation sélectionnable. Une des sorties est choisie par commutation de fréquence intermédiaire dans le décodeur. Typiquement, les caractéristiques d'une telle antenne, comparées à celles d'une antenne fixe, ressortent de la TABLE III placée en fin de la présente description.

[0013] Un quatrième exemple (appelée solution "D", ci-après) est constitué par le cas d'une antenne munie d'un réflecteur secondaire. La configuration d'une antenne de ce type est similaire à celle correspondant à la solution numéro 2 ci-dessus. Seul le système de balayage est différent. Une telle antenne convient particulièrement pour PLURAL EUTELSAT. Le balayage est obtenu en faisant effectuer une rotation au réflecteur secondaire, constitué d'un disque,

ce qui déplace l'image d'alimentation. Comme il est prévisible, cette configuration d'antenne limite le balayage à environ une ouverture de faisceau. Il s'ensuit que seulement 6° d'orbite géostationnaire sont couverts, soit trois satellites, avec des performances (typiquement de l'ordre de la seconde). Par contre, la commutation entre satellites ("zapping") peut être très rapide puisque le réflecteur secondaire est de faibles dimensions par rapport au réflecteur principal, donc de

faible poids également et de faible inertie. Les surcoûts et prix ne sont pas connus avec précision, car ce type d'antenne n'est pas distribué couramment sur le marché. Typiquement, les caractéristiques d'une telle antenne ressortent de la TABLE IV placée en fin de la présente description :

[0014] Comme il le sera montré ci-après, aucune de ces solutions ne satisfait simultanément toutes les exigences, techniques et financières, énoncées précédemment.

[0015] On a également proposé l'étude théorique d'une antenne à réflecteur parabolique symétrique ayant une seule tête de réception déplaçable. Le mouvement de cette tête est caractérisé en ce qu'il s'effectue sur une sphère passant par le point de focalisation du réflecteur, dont le centre est situé près du sommet du réflecteur parabolique symétrique précité. Ce type d'antenne devrait permettre un gain maximum et une ouverture de faisceau minimale. Cette étude est divulguée par l'article de H. A. Whale et E. Putz : "Beam Steering Using Feed Displacement with a Paraboloidal Reflector", paru dans "IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION", Vol. AP-34, N° 11, novembre 1986, pages 1368-1372.

[0016] Cependant, si cette solution paraît séduisante de prime abord, on conçoit aisément que la commande et le contrôle du déplacement d'une tête de réception sur une sphère sont des opérations complexes, d'autant plus que l'orientation de la tête, à tout instant, ne peut être quelconque. D'ailleurs, cet article, théorique, n'apporte aucune solution quant aux moyens permettant d'obtenir pratiquement le mouvement prescrit.

[0017] Tout au contraire, l'invention se fixe pour but un système d'antenne compact qui, pour un faible surcoût (typiquement inférieur à 50%) et une complexité additionnelle faible, permet une ré-orientation rapide de la direction de pointage, tout en maintenant une qualité de réception suffisante pour un arc d'orbite géostationnaire important. Par rapidité, dans le cadre de l'invention, on entend une commutation ("zapping") entre satellites réalisée de l'ordre d'une seconde. De ce fait, elle permet la réception des émissions de télévision relayées par les principaux satellites géostationnaires de télévision.

[0018] Pour ce faire, l'invention tire parti de certaines caractéristiques techniques liées à la réception au sol des émissions précitées : coordonnées polaires, polarisation des faisceaux, etc.

[0019] L'invention a donc pour objet une antenne de réception à balayage du type comprenant un réflecteur parabolique excentré fixe, le réflecteur étant destiné à capter les faisceaux d'ondes électromagnétiques polarisées, émis par au moins deux satellites en orbite géostationnaire, localisés en des endroits distincts d'un arc de ladite orbite, et à focaliser ces faisceaux captés en des points focaux, le réflecteur étant orienté vers les satellites de façon à ce que son axe polaire soit perpendiculaire au plan de l'orbite géostationnaire et parallèle à l'axe de la terre, l'antenne comprenant en outre au moins une tête de réception de manière à ce qu'elle soit disposée en relation de proximité avec lesdits points focaux de manière à recevoir l'énergie véhiculée par les faisceaux focalisés et à la convertir en signaux électriques, caractérisée en ce que ladite tête de réception, ayant un diagramme de rayonnement présentant un axe de sensibilité maximale, cet axe étant orienté sensiblement vers le centre (C) du réflecteur, et en ce que cet axe se trouve dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi par l'effet miroir de réflecteur et qui comprend le centre (C).

[0020] Préférentiellement, l'antenne de réception selon l'invention a une seule tête de réception qui est mobile et qui est disposée de manière à décrire un segment d'un cercle autour dudit central (C), dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.

[0021] Selon une autre caractéristique de l'invention, le réflecteur (1) est orienté dans l'espace de façon à ce que son plan d'excentricité (XZ) est aligné à l'un des modes de polarisation du faisceau reçu.

[0022] Dans une autre version de l'invention, l'antenne a une seule tête de réception mobile et est disposée à décrire une ligne droite qui est sensiblement dans le plan des images des satellites du réflecteur et dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.

[0023] Selon un autre mode de réalisation, l'antenne a plusieurs têtes de réception fixe, ces têtes sont contigues et disposées selon un segment de cercle autour du centre (C), le cercle se trouvant dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.

[0024] Dans une autre version de ce mode de réalisation, l'antenne a plusieurs têtes de réception fixe, ces têtes sont contigues et disposées selon une ligne droite qui est sensiblement dans le plan des images des satellites du réflecteur, cette ligne se trouvant dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.

[0025] L'invention a encore pour objet un procédé de mise en oeuvre d'une antenne de réception du type comprenant un réflecteur parabolique excentré fixe, le réflecteur étant destiné à capter les faisceaux d'ondes électromagnétiques polarisées, émis par au moins deux satellites en orbite géostationnaire, localisés en des endroits distincts d'un arc de ladite orbite, et à focaliser ces faisceaux captés en des points focaux, l'antenne comprenant en outre au moins une tête de réception de manière à ce qu'elle soit disposée en relation de proximité avec lesdits points focaux de manière à recevoir l'énergie véhiculée par les faisceaux focalisés et à la convertir en signaux électriques, caractérisée en ce

qu'il comprend :

- une phase préliminaire consistant à orienter dans l'espace ledit réflecteur par rapport à un axe polaire parallèle à l'axe de rotation du globe terrestre et à l'axe de ladite orbite géostationnaire, de manière à ce qu'il soit pointé vers un premier satellite localisé sur ledit arc de l'orbite géostationnaire pour une réception optimale de ce satellite, cette orientation comprenant l'alignement du plan d'excentricité du réflecteur et de l'axe de polarisation vertical du faisceau reçu, en ce que, ladite tête de réception ayant un diagramme de rayonnement présentant un axe de sensibilité maximale, cet axe coupe la surface du réflecteur parabolique en son centre et en ce que la tête soit placée dans le plan d'excentricité du réflecteur en une première position de proximité desdits points focaux pour la réception de l'énergie véhiculée par le premier satellite, dite position de repos ;
- et au moins une étape de balayage dudit arc de l'orbite géostationnaire pour réaliser la commutation entre ce premier satellite et un deuxième satellite comprenant le déplacement de la tête de réception à partir de la dite position de repos vers une deuxième position, le déplacement s'effectuant dans un plan perpendiculaire à un axe, dit polaire réfléchi, représentant la réflexion dudit axe polaire par rapport au plan tangent à la surface du réflecteur parabolique en son centre.

[0026] L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit en référence aux figures annexées, et parmi lesquelles :

- La figure 1 est un diagramme représentant les coordonnées locales d'une station de réception terrestre par rapport à six satellites particuliers ;
- La figure 2 est un diagramme représentant les coordonnées locales polaires d'une station de réception terrestre et de six satellites particuliers ;
- La figure 3 est une construction théorique représentant, dans l'espace, une antenne à réflecteur parabolique excentré 1 conforme à l'invention ;
- La figure 4 est un diagramme relatif aux écarts (en mm) pendant le déplacement de la tête de réception de l'antenne dans un plan focal, lors du balayage des différents satellites, par rapport à la focalisation nominale ;
- Les figures 5 et 6 illustrent un exemple de réalisation pratique d'une antenne selon l'invention ;
- La figure 7 est un diagramme illustrant les résultats obtenus pour six pointages de faisceaux, de satellites par une antenne selon l'invention.

[0027] Avant de décrire un mode de réalisation d'antenne conforme à l'invention, on va décrire un exemple d'environnement réel que va permettre de mettre en évidence, de façon chiffrée, les paramètres de réception les plus importants des émissions reçues des principaux satellites géostationnaires. Cet exemple ne saurait naturellement limiter la portée de l'invention en quoi que ce soit.

[0028] Dans une première étape, il convient d'effectuer une analyse des exigences relatives au pointage de l'antenne, c'est-à-dire à son orientation dans l'espace par rapport à la position des différents satellites à capter. Dans l'exemple décrit, on considère la famille des six satellites suivants : le satellite "ASTRA" (ci-après N° 1), les satellites "EUTELSAT 2F3" (N° 2), "HotBird" (N° 3), "2F2" (N° 4) et "2F4" (N° 5) ainsi que le satellite "SIRIUS" (N° 6). L'arc géostationnaire a une amplitude allant de 19.2° est (ASTRA) à 5° est (SIRIUS), pour le lieu de l'expérimentation, en l'occurrence la ville de OEGSTGEEST aux Pays-Bas, qui sera appelé station locale "Os" ci-après.

[0029] La TABLE V, disposée en fin de la présente description, indique les coordonnées terrestres en degrés de cette station locale "Os", ainsi que les coordonnées de quatre stations situées aux quatre points cardinaux extrêmes de la zone de couverture de ces satellites, stations appelées "E" (est), "W" (ouest), "N" (nord) et "S" (sud). On constate, d'après cette TABLE V que la station "Os" est située sensiblement au centre de la zone de couverture des satellites.

[0030] On a rassemblé dans la TABLE VI (placée également en fin de la présente description) les coordonnées des six satellites précités par rapport à la station locale de réception "Os".

[0031] Il ressort de cette table, pour les coordonnées locales, une excursion de pointage relativement importante, que ce soit pour l'azimut, le site ou l'alignement en polarisation. Il est rappelé que les faisceaux d'ondes électromagnétiques émis par les satellites sont polarisés et présentent des axes de polarisation vertical (principal) et horizontal. Ces coordonnées ont été reportées sur la figure 1. Celle-ci est un diagramme représentant deux courbes : la courbe C₁ représentative des paires de valeurs "angle de site - azimut est" (représentées par des losanges sur le graphique) pour les différents satellites (N° 1 à 6) et la courbe C₂ représentative des paires de valeurs "polarisation - azimut est" (représentées par des étoiles pleines sur le graphique) pour ces mêmes satellites.

[0032] Même si l'on se contente d'une réorientation de l'antenne pour balayer un arc réduit, il est cependant nécessaire d'effectuer cette réorientation selon les trois axes d'un trièdre orthonormé. Cette opération délicate nécessite des organes de commande complexes.

[0033] Dans une deuxième étape, les coordonnées polaires pour la station locale "Os" et les stations "E", "W", "S"

et "N", ont été déterminées, par référence à un axe polaire parallèle aux axes de l'orbite géostationnaire et du globe terrestre. Ces coordonnées sont rassemblées dans le graphique de la figure 2, qui représente les "latitudes nord" (axe vertical) en fonction des "azimuts est" (axe horizontal). Pour chacun des six satellites et pour chaque station ("Os", "E", "W", "S", "N"), on a reporté sur le graphique un point représentant ces coordonnées : "site - azimuth est". La convention adoptée sur le graphique de la figure 2 est la suivante : pour chaque satellite, un carré blanc pour la station "Os", associé au nom du satellite et à son numéro (voir TABLE IV), et des carrés noirs associés aux stations et aux numéros de satellites (par exemple E_1 pour la station "E" et le satellite N° 1, c'est-à-dire le satellite "ASTRA"). On constate, pour toutes les stations une excursion négligeable en ce qui concerne le paramètre latitude nord. En d'autres termes ces stations sont sensiblement réparties sur des droites parallèles à l'axe des longitudes Est, quelque soient les satellites considérés (pour chaque station).

[0034] Il s'ensuit que l'alignement de la polarisation de référence "verticale" du faisceau reçu (c'est-à-dire perpendiculaire au plan de l'orbite) avec le plan contenant les axes polaire et de pointage de la station sur le satellite reste également sensiblement constant. En outre, si on considère maintenant les quatre stations extrêmes de la zone de couverture des satellites, "E", "W", "S" et "N", les variations en latitude sont égales à $\pm 1^\circ$. Il n'est donc nécessaire de procéder qu'à de très faibles ajustements.

[0035] Cette grande simplification dans le processus de pointage est exploitée par la solution "A" de l'art connu. Cependant, il n'en reste pas moins vrai que la structure complète de l'antenne doit être ré-orientée pour commuter entre deux satellites. Il est en effet nécessaire de réaliser un mouvement de pointage le long de l'arête d'un cône ayant pour axe l'axe polaire local. Il en résulte un balayage très lent comme le montre la TABLE I (temps de balayage typique égal à 10 secondes). En outre, l'organe de motorisation doit être très puissant, car il faut tenir compte de l'inertie importante du réflecteur et de sa prise au vent.

[0036] La troisième étape consiste en l'analyse des possibilités de balayage du faisceau dans un "plan parallèle", c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire précité, ce sans déplacer le réflecteur 1, mais seulement la tête de réception.

[0037] La figure 3 est une construction théorique représentant, dans l'espace, une antenne à réflecteur parabolique excentré 1. On a représenté sur cette figure 3 les principaux paramètres à prendre en compte : axes, plans, angles, etc., paramètres qui seront détaillés ci-après.

[0038] On a notamment représenté l'axe de visée A_{sat} d'un satellite particulier S_{sat} sur lequel le réflecteur 1 de l'antenne est momentanément orientée. Cet axe A_{sat} passe par le centre C du réflecteur 1. Du fait de l'éloignement du satellite S_{sat} (en orbite géostationnaire), c'est-à-dire 39000 km environ (voir TABLE VI), la portion de faisceau f capté par la parabole 1 est sensiblement cylindrique. Les rayons composant ce faisceau f sont réfléchis en un faisceau focalisé f_{foc} et convergent au point focal P_{foc} . La distance focale de la parabole est définie égale à d_{foc} . L'angle d'ouverture du faisceau focalisé f_{foc} est défini égal à $2\psi_0$. On a représenté également sur cette figure 3 l'axe polaire A_p ou "nord" de la monture d'antenne, le plan tangent P_T au sommet du réflecteur 1 et la direction de l' "axe polaire réfléchi N^* ", par effet miroir, sur le plan P_T . L'axe polaire A_p est défini comme étant l'axe commun de rotation de la terre et de symétrie du plan orbital des satellites.

[0039] Au point focal P_{foc} , on a représenté un axe orthonormé XYZ_1 , orienté dans l'espace de telle façon que le plan $Y-Z_1$ soit orthogonal à l'axe polaire N^* .

[0040] Pour fixer les idées, on choisit comme référence le satellite "EUTELSAT-Hot Bird" (N°3), situé sensiblement au centre de l'arc géostationnaire. On suppose que le réflecteur 1 est un réflecteur de type conventionnel constitué par une portion de parabole de 80 cm de diamètre. La TABLE VII, placée en fin de la présente description, rassemble les principales données (en valeurs relatives) caractérisant les autres satellites par référence au satellite "EUTELSAT-Hot Bird" (N° 4) précité : latitude (en $^\circ$), longitude (en $^\circ$), balayage en ouvertures de faisceau, déplacements, dans le plan méridien P_M (XZ_1), suivant X (en mm), et dans le plan parallèle, suivant Y (en mm), meilleure focalisation et déplacement radial suivant Z (en mm). Cet axe de symétrie Z est confondu avec celui du faisceau focalisé f_{foc} .

[0041] On a pu constater, qu'avec un balayage d'amplitude inférieure à trois ouvertures de faisceaux dans le plan de symétrie Y-Z perpendiculaire au plan d'excentricité X-Z ("off-set"), les pertes de gain, la polarisation croisée et l'amplitude des lobes latéraux restent acceptables pour des réflecteurs excentrés avec un rapport F/D (distance focale sur diamètre du réflecteur) supérieur ou égal à 0,7 ; ce à condition que le diagramme de rayonnement de la tête de réception reste centrée sur le réflecteur 1.

[0042] On constate que ce n'est pas le cas des solutions "B" ou "C" précitées de l'art connu. Elles ne conservent pas la rotation autour de la direction de pointage de satellite Z, exigée pour aligner le plan d'excentrement X-Y avec la polarisation de "référence" verticale. La tête de réception 2 n'est pas non plus maintenue pointée sur le centre C du réflecteur 1. Pour la solution "B", la tête de réception est mobile linéairement (balayage) dans le plan horizontal XZ_1 . Pour la solution "C", l'image de cette tête effectue un mouvement de rotation autour de l'axe du réflecteur secondaire.

[0043] La quatrième étape consiste à déterminer une géométrie d'antenne (réflecteur 1 et support mobile de la tête de réception) et des moyens permettant à la tête de se mouvoir dans l'espace autour d'un axe de rotation A_{rot} passant par le centre C du réflecteur 1 et de manière à balayer le faisceau f à l'intérieur d'un cône, à latitude polaire constante,

pour pouvoir capter les différents satellites.

[0044] De manière simplifiée, le réflecteur excentré accomplit deux fonctions :

- focalisation du faisceau f du fait de sa forme parabolique ;
- et réflexion de l'orbite et des images de satellites avec les angles d'excentricité et de balayage de faisceau.

[0045] Il doit être clair que, de façon duale, la tête de réception "voit" l'orbite réfléchie et un "axe polaire N^* réfléchi" (par effet miroir par rapport au plan tangent P_T au centre C du réflecteur 1).

[0046] Selon la caractéristique la plus importante de l'invention, la tête de réception 2 effectue un balayage par rotation autour d'un axe A_{rot} traversant le réflecteur 1 en son centre C et parallèle à l' "axe polaire réfléchi" N^* .

[0047] De façon pratique, la tête de réception 2 est supportée par un bras, symbolisé, sur la figure 3, par un segment de droite 3 coupant l'axe A_{rot} et passant par le point focal P_{foc} . De façon plus précise, ce segment de droite fait un angle égal à ψ_0 (demi-angle d'ouverture) avec l'axe de symétrie A_{foc} du faisceau focalisé f_{foc} .

[0048] Naturellement, pour utiliser l'antenne, il est tout d'abord nécessaire d'effectuer des réglages initiaux visant à orienter convenablement le réflecteur 1 par rapport à l'ensemble des satellites que l'on désire capter. De façon avancée, le réglage initial s'effectue sur le satellite le plus proche du centre de l'arc géostationnaire visé, soit le satellite "EUTELSAT- Hot Bird" ($N^\circ 3$) dans l'exemple décrit. Une fois un pointage initial optimal réalisé sur ce satellite, on effectue une rotation du réflecteur autour de l'axe de pointage Z de manière à aligner les plans de polarisation verticale du faisceau f et de symétrie d'excentricité du réflecteur. Les trois conditions requises pour obtenir un balayage optimisé sont alors réunies, à savoir :

a/ la polarisation verticale de référence et le plan de symétrie d'excentricité du réflecteur 1 sont alignés ;

b/ l'illumination (diagramme de rayonnement) de la tête de réception reste centrée sur le réflecteur 1 ;

c/ et le balayage de faisceau est réalisable à "latitude constante" dans le cône, d'axe polaire A_p , traversant l'arc géostationnaire.

[0049] En termes d'erreurs de phase quadratiques et d'aberrations minimales, on peut montrer que la meilleure surface de déplacement pour la tête, en ce qui concerne un réflecteur excentré, est une parabole de même axe de symétrie que le réflecteur 1, de distance focale égale à la moitié de celle de ce réflecteur et passant par le point de focalisation.

[0050] Le mouvement de balayage effectué par la tête de réception 2 dans le cas de l'invention, autour de l'axe A_{rot} , parallèle à l'axe N^* , s'effectue en réalité sur un cylindre "osculant" la parabole du réflecteur 1 (axe Z).

[0051] Bien que, conformément à la configuration de l'invention, les pertes soient très faibles, pour optimiser la focalisation aux limites extrêmes du balayage de la tête de réception 2, selon une variante préférée de l'invention, on peut déplacer celle-ci radialement (de quelques millimètres) vers le réflecteur 1.

[0052] La figure 4 est un diagramme relatif aux écarts (en mm) pendant le déplacement de la tête de réception 2 dans le plan focal, lors du balayage des différents satellites, par rapport à la focalisation nominale. On a représenté sur le même diagramme trois courbes : le déplacement suivant X , dans le plan méridien, le déplacement radial Z et la meilleure focalisation suivant Z . Selon les courbes, l'axe vertical représente des déplacements suivant X ou Z et l'axe horizontal des déplacements suivant Y , dans le plan parallèle.

[0053] On peut encore réduire les pertes de balayage, en particulier si ce balayage dépasse une amplitude de ± 3 ouvertures de faisceaux. Dans ce cas on modifie la section de la surface réfléchissante du réflecteur 1 dans un plan parallèle XZ_1 de manière à approcher une section circulaire de rayon égal à deux fois la distance focale de la parabole.

[0054] Enfin, en choisissant convenablement les différents angles d'excentricité, il est possible de modifier l'angle du plan tangent P_T avec la direction de pointage de satellite A_{sat} et l'axe polaire A_p . L'axe polaire réfléchi N^* va tourner de façon symétrique. Pour une latitude donnée de station de réception, et l'angle d'inclinaison correspondant de l'axe polaire A_p par rapport à la verticale locale, il devient possible de rendre vertical, soit le réflecteur 1, soit l'axe de rotation de la tête de réception 2, soit encore de la placer dans une zone très proche du bord du disque formant le réflecteur 1, ce qui autorise une structure d'antenne globale très compacte.

[0055] On va maintenant décrire un exemple de réalisation pratique d'une antenne incorporant les enseignements de l'invention. L'antenne a été réalisée en modifiant la configuration d'une antenne commerciale classique de 80 cm de diamètre, à réflecteur excentré. Plus précisément, le support de la tête de réception a été doté d'un mécanisme de déplacement de cette tête, comme il le sera montré ci-après. La tête est constituée par un illuminateur à cornet, de 54 mm de diamètre. Le gain nominal est de 37,9 dBi, l'ouverture de faisceau $2,4^\circ$, le rapport d'excentricité ("off-set") : $F/D = 0,8$ et l'angle d'excentricité de 44° . La tête de réception 2 est dirigée vers le sommet du réflecteur parabolique 1.

[0056] Les figures 5 et 6 illustrent cet exemple de réalisation. Plus particulièrement, la figure 6 illustre un détail du mécanisme d'entraînement du bras support 3 de la tête de réception 2 (extrémité 31).

[0057] Les modifications précitées sont d'ailleurs très limitées. On munit la base (extrémité 30) du bras 3, d'un mé-

canisme d'entraînement 4 permettant la rotation du bras 3 autour de l'axe de rotation A_{rot} . Cet axe, selon l'une des caractéristiques principales de l'invention passe par le centre C de la parabole 10 du réflecteur 1. Il est en outre parallèle à l'axe N* ("axe polaire réfléchi" : voir figure 3).

[0058] Tout d'abord, de façon classique, le réflecteur 1 comporte, sur sa face arrière, des moyens de fixation 5, permettant un réglage de l'orientation de l'antenne en site et en azimut. Un premier sous-ensemble, 11, est solidaire de la parabole 10, ou pour le moins fixée sur son arrière par tout moyens classiques appropriés, par exemple un jeu de "vis - écrous", 110 à 112. Un second sous-ensemble, 51, est fixé à un mât vertical 50 ou à un organe similaire, par exemple à l'aide de brides vissables et d'écrous 510. Ce second sous-ensemble 51 a la forme générale d'un "U" dont les parois latérales, 51a et 51b, sont ajourées, chacune, par une paire de saignées en arc de cercle, dont trois sont visibles sur la figure 6 : 511 et 512, sur la paroi 51a, et 520, sur la paroi 51b. Ces saignées comportent des graduations, 5110 et 5120, dont l'utilité va être explicitée ci-après. La première partie précitée, 11, est également munie de parois latérales, 113 et 114, coopérant avec les parois 51a et 51b, respectivement. A l'aide d'un jeu de vis, d'écrou ou de vis papillon, 513 à 515, on peut fixer le réflecteur 1 ; plus précisément les premiers moyens de fixation 11, sur les seconds moyens de fixation 51. En outre, les saignées précitées, 511, 512 et 520, permettent de régler l'orientation de l'antenne dans un plan parallèle à l'axe du mât 50. Pour ce faire, on peut utiliser les graduations précitées, 5110 et 5120. Avantagusement, on effectue un premier réglage grossier et on resserre l'écrou 514, puis un réglage fin et on resserre la vis papillon 513. Enfin, les brides 510 permettent d'orienter l'antenne par rotation autour du mât 50, c'est-à-dire, dans l'exemple décrit, par rapport à la verticale locale (axe A_v). En soi, ces moyens de fixation et de réglage de l'orientation de l'antenne sont bien connus, notamment dans le cas d'antennes fixes.

[0059] Dans le cadre de l'exemple décrit, on oriente le réflecteur 1 de façon très précise pour obtenir une réception optimale du satellite "EUTELSAT-Hot Bird", en azimut (13° Est), puis dans le plan parallèle à l'axe de symétrie A_v du mât 50 (vertical, dans l'exemple décrit). On peut naturellement se servir d'une boussole et/ou d'instruments de mesure du champ électromagnétique, dans la gamme des fréquences émises.

[0060] Pour que la tête de réception 2 puisse balayer l'ensemble de l'arc géostationnaire désiré, c'est-à-dire pour que l'antenne puisse capter les différents satellites précités, on munit les premiers moyens de fixation 11, c'est-à-dire les moyens de fixations solidaires de la parabole 10, de moyens 4 d'entraînement du bras 3.

[0061] Il est tout d'abord nécessaire de prévoir un axe de rotation 6 du bras 3, support de la tête 2, dont l'axe de symétrie A_{rot} passe par le centre C de la portion de parabole 10 et est parallèle à l'axe polaire réfléchi N* (voir figure 3). La première condition est obtenue par construction. La seconde condition est satisfaite par réglage initial de l'orientation de l'antenne, selon le processus rappelé ci-dessus.

[0062] Ensuite, on prévoit, dans une zone 30 du bras 3, proche de l'extrémité en vis à vis avec les moyens de fixation, 11 - 51, des moyens de mise en rotation autour de l'axe 6. On peut, par exemple, utiliser un câble tendeur 410, sous gaine 41, occasionnant une rotation du bras 3 suivant un premier sens (flèche f_1 , vers la gauche sur la figure 6) lorsqu'on exerce une force de traction sur celui-ci. On prévoit une languette de retenue 115 d'une première extrémité 411 de la gaine 41, placée en butée sur cette languette. Celle-ci est avantagusement rendue solidaire des premiers moyens de fixation 11, eux-mêmes solidaires de la parabole 10. Naturellement, le bras 3 ne peut pas être laissé "flottant". On prévoit des moyens supplémentaires permettant d'obtenir une rotation en sens inverse (flèche f_2 , vers la droite sur la figure 6) lorsqu'on relâche la force de traction exercée sur le câble 411. Pour ce faire, on peut utiliser un ressort à boudin 42 pré-tendu, fixé, d'une part, à l'extrémité 30 du bras 3 et, d'autre part, à l'un des points d'attache de la parabole, en l'occurrence l'écrou 110 dans l'exemple décrit. A tout instant le ressort 42 exerce sur l'extrémité 30 du bras 3 une force de rappel (suivant la direction de la flèche f_2) qui équilibre la force de traction exercée sur le câble. Il suffit donc de bloquer le câble pour que le bras 3 reste verrouillé sur une position désirée dans l'espace et que l'antenne "pointe" sur le satellite recherché. On doit bien comprendre que la parabole 1 elle-même reste fixe. C'est la tête de réception 2 qui décrit un arc de cercle de centre confondu avec l'axe de rotation 6, c'est-à-dire autour de l'axe de symétrie A_{rot} passant par C et parallèle à l'axe polaire réfléchi N* (voir figure 3). L'orientation de la tête 2 (fixe par rapport à l'extrémité 31 du bras 3) est telle que l'axe de symétrie de son diagramme de rayonnement (ou pour le moins, l'axe de plus grande sensibilité si le diagramme ne présente pas une section symétrique) passe par le centre C du réflecteur 1. Le mouvement de la tête 2 nécessaire pour balayer tous les satellites étant limité, l'amplitude du déplacement de l'extrémité 30 du bras 3 est encore plus limitée, car cette extrémité est très proche de l'axe 6. Il s'ensuit que l'espace à prévoir entre les deux parois 51a et 51b est compatible avec les systèmes classiques de fixation d'antenne. A l'état de repos, c'est-à-dire à l'état initial, le bras support 3 est préférentiellement en position intermédiaire, à mi-distance entre les deux parois 51a et 51b. Le bras 3 est laissé dans cette position dite de repos lors du pointage initial du satellite localisé le plus près du centre de l'arc géostationnaire à explorer, en l'occurrence le satellite "EUTELSAT-Hot Bird" précité. Lors des balayages subséquents, le bras 3 oscille (en rotation autour de l'axe de symétrie A_{rot}) de part et d'autre de cette position de repos, de manière à ce que l'antenne puisse capter les autres satellites, y compris les satellites en positions extrêmes, c'est-à-dire les satellites "ASTRA" et "SIRIUS" dans l'exemple décrit.

[0063] Dans une version économique, les moyens de traction du câble 410, sous la référence unique 42 (figure 5), sont purement manuels : levier à crans, molette à vis, etc. Dans une variante préférée de l'invention, ces moyens de

traction 42 sont constitués par un ensemble "engrenages - moteur rotatif", un moteur linéaire ou un moteur pas à pas. Ce dernier peut être localisé à proximité de l'extrémité 30 du bras 3 ou, au contraire, placé à distance. Dans le cas de moteurs, il n'est plus nécessaire de prévoir un ressort de rappel. Ceux-ci sont munis avantageusement d'un piston d'entraînement de l'extrémité du bras, pouvant se mouvoir en avant ou en arrière (flèches f_1 et f_2). Les circuits de commande de ce moteur (non représentés) peuvent être autonomes ou, de façon avantageuse, être intégrés dans le décodeur (non représenté) recevant le signal d'antenne véhiculé par un câble coaxial 20. Il s'agit alors, le plus souvent, de circuits programmables, permettant une positionnement automatique sur les différents satellites de l'arc à explorer. Ces circuits de commandes sont connus en soi et il est inutile de les décrire plus avant. Ils peuvent être associés, de façon également connue, à des circuits de rétroaction permettant un contrôle fin de la meilleure réception, pour chaque satellite.

[0064] Une telle antenne a été expérimentée dans des conditions réelles de réception. Les résultats expérimentaux confirment les prévisions théoriques. La figure 7 est un diagramme illustrant les résultats obtenus pour six pointages de faisceaux, F_{P1} à F_{P6} . La directivité demeure supérieure à 37,5 dBi pour la polarisation verticale principale et reste inférieure à 15 dBi pour les polarisations croisées. Ces deux catégories de courbes ont été représentées sur le même graphique. Ces caractéristiques autorisent des rapports globaux "signal/interférence" supérieurs à 20 dB.

[0065] Comme il a été indiqué, il est encore possible d'améliorer la réception en ajustant la position radiale de la tête de réception 2 pour qu'elle se confonde au mieux avec le point focal P_{foc} (figure 3). Pour ce faire, dans une variante non représentée, on peut munir la tête de moyens motorisés permettant un faible mouvement radial (figure 3 : axe Z) de celle-ci par rapport à une position de repos. Ces moyens sont disposés sur l'extrémité 31 bras support 3 et permettent de compenser les défauts de focalisation. Si on se réfère de nouveau à la figure 4, une translation linéaire de la tête de réception 2 de quelques millimètres seulement est nécessaire (inférieur à 10 mm au plus pour les satellites extrêmes). On peut utiliser, par exemple un moteur pas. Les signaux de commande de ce moteur peuvent être transmis directement par le câble coaxial 20 en multiplexés avec les signaux de sortie de la tête de réception 2.

[0066] On peut estimer le surcoût impliqué par un système de motorisation simple, conforme à l'invention, à environ 650 FF. En outre, la prise au vent de la structure en mouvement (bras 3 et tête de réception 2) est faible (vingt fois inférieure à celle de la solution "A") et l'inertie faible (15 % par rapport à une structure selon la solution "A"), il s'ensuit que l'invention permet une commutation entre satellites ("zapping") très rapide.

[0067] A la lecture de ce qui précède, on constate aisément que l'invention atteint bien les buts qu'elle s'est fixés. Notamment, elle permet tout à la fois une structure d'antenne simple et bon marché, compatible avec les applications grand-public (en effet, elle n'exige que peu de modifications par rapport à une antenne classique à réflecteur excentré fixe) et autorise un balayage rapide d'un arc géostationnaire important, sur lequel sont répartis les principaux satellites de télévision, ce tout en conservant de bonnes performances, quel que soit le satellite pointé.

[0068] Il doit être clair cependant que l'invention n'est pas limitée aux seuls exemples de réalisations précisément décrits, notamment en regard des figures 3 à 6.

[0069] En effet, bien que la structure décrite en relation avec ces figures ou toute structure similaire soit particulièrement intéressante, on peut appliquer également les enseignements de l'invention aux antennes selon l'art connu, notamment dans le cas des solutions "B" et "D" précitées.

[0070] En ce qui concerne la solution "B" (balayage linéaire de la tête de réception), il est nécessaire cependant d'adopter des dispositions particulières. En effet, si le balayage s'effectue dans un plan perpendiculaire à l'axe N^* , passant par le centre C du réflecteur, cela conduit à un angle d'excentrement égal à zéro. Cette valeur n'est pas acceptable, car elle aurait pour conséquence, du fait de la configuration particulière de mécanisme d'entraînement objet de la demande de brevet européen précitée EP-A1-0 655 796, un blocage de celui-ci.

[0071] Pour éviter ce blocage, on rend le plan d'excentrement perpendiculaire au plan de "polarisation verticale de référence" du satellite en effectuant une rotation de 90° de l'antenne complète autour de l'axe de pointage. On place le mécanisme d'entraînement, conforme à la demande de brevet précitée sur le bord du disque réflecteur de l'antenne et on effectue le balayage dans le plan d'excentrement, ce plan étant perpendiculaire à l'axe N^* et passant par le centre du réflecteur.

[0072] Pour être conforme à ces exigences, il est naturellement nécessaire d'effectuer des modifications, mineures, sur le système de fixation du réflecteur à une structure fixe (mât ou autre), ainsi que sur son système de réglage initial de l'orientation de l'antenne (pointage vers un des satellites de l'arc à balayer).

[0073] Dans le cas de la solution "D" précitée (antenne comprenant un réflecteur auxiliaire), le balayage du réflecteur auxiliaire s'effectue autour d'un axe parallèle à l'axe N^* .

[0074] La Demanderesse a pu constater que, dans les deux cas, les performances de balayage de l'antenne s'en trouvaient améliorées.

[0075] L'invention n'est pas non plus limitée à la réception des six satellites explicitement décrits. Elle s'applique tout aussi bien à la réception d'autres satellites géostationnaires, en Europe ou dans d'autres régions du globe terrestre.

EP 0 978 898 A1

TABLE I

ART CONNU : SOLUTION N° A	
Diamètre de l'antenne	70 cm
Gain de l'antenne	36,5 dBi
Rapport signal/interférences	≅ 20 dB
Gamme de balayage de l'orbite géostationnaire	± 70 degrés
Temps de balayage	> 10 secondes
Surcoût estimé	1000 FF env.
Prix total (gamme de prix)	2400 - 2700 FF

TABLE II

ART CONNU : SOLUTION N° B	
Diamètre de l'antenne	80 cm
Gain de l'antenne	< 37,5 dBi
Rapport signal/interférences	< 20 dB
Gamme de balayage de l'orbite géostationnaire	± 6 degrés
Temps de balayage	20 secondes
Surcoût estimé	1550 FF
Prix total (gamme de prix)	2900 - 3300 FF

TABLE III

ART CONNU : SOLUTION N° C	
Diamètre de l'antenne	80 cm
Gain de l'antenne	≅ 37,5 dBi
Rapport signal/interférences	≅ 20 dB
Gamme de balayage de l'orbite géostationnaire	6 degrés
Temps de balayage	< 1 seconde
Surcoût estimé	850 FF
Prix total (gamme de prix)	2200 - 2600 FF

TABLE IV

ART CONNU : SOLUTION N° D	
Diamètre de l'antenne	80 cm
Gain de l'antenne	< 37,5 dBi
Rapport signal/interférences	< 20 dB
Gamme de balayage de l'orbite géostationnaire	± 3 degrés
Temps de balayage	≅ 5 secondes

TABLE V

Coordonnées des Stations (en °)					
Station	OEGSTGEEST	E	W	N	S
Latitude nord	52,14	50,00	50,00	60,00	40,00
Longitude est	4,48	20,00	0,00	10,00	10,00

TABLE VI

Coordonnées des satellites (en ° ou km)						
SATELLITE	ASTRA N° 1	EUT-2F3 N° 2	EUT-HB N° 3	EUT-2F2 N° 4	EUT-2F4 N° 5	SIRIUS N° 6
SITE	28,76	29,30	29,75	30,06	30,24	30,30
AZIMUT	-18,22	-14,52	-10,81	-7,05	-3,26	-0,60
POLARISAT.	-11,16	-8,92	-6,67	-4,36	-2,02	0,00
PORTEE km	38809	38755	38716	38689	38673	38669
Latit. polaire	-7,45	-7,46	-7,46	-7,47	-7,47	-7,47
Longi. polaire	-20,68	-17,16	-13,86	-10,56	-7,26	-5,05

TABLE VII

Données relatives des satellites par rapport à EUT-HB (N° 3)						
SATELLITE	ASTRA N° 1	EUT-2F3 N° 2	EUT-HB N° 3	EUT-2F2 N° 4	EUT-2F4 N° 5	SIRIUS N° 6
Latitude	0,02	0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
Longitude	-6,81	-3,30	0,00	3,30	6,61	8,81
Balayage/ faisceau	-2,92	-1,41	0,00	1,41	2,83	3,77
Déplacem. X	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Déplacem. Y	81,2	39,3	0,0	-39,3	-78,7	-104,9
Meil. foc. Z	10,3	2,4	0,0	2,4	9,7	17,2
Pos. radiale Z	5,1	1,2	0,0	1,2	4,8	8,5

Revendications

1. Antenne de réception à balayage du type comprenant un réflecteur parabolique excentré fixe (1), le réflecteur (1) étant destiné à capter les faisceaux (f) d'ondes électromagnétiques polarisées, émises par au moins deux satellites (N°1 à N°6) en orbite géostationnaire, localisés en des endroits distincts d'un arc de ladite orbite, et à focaliser ces faisceaux captés (f) en des points focaux (P_{foc}), le réflecteur étant orienté vers les satellites de façon à ce que son axe polaire est perpendiculaire au plan de l'orbite géostationnaire et parallèle à l'axe de la terre, l'antenne comprenant en outre au moins une tête de réception (2) de manière à ce qu'elle soit disposée en relation de proximité avec lesdits points focaux (P_{foc}) de manière à recevoir l'énergie véhiculée par les faisceaux focalisés (f_{foc}) et à la convertir en signaux électriques, caractérisée en ce que chaque tête de réception (2) a un diagramme

de rayonnement présentant un axe de sensibilité maximale, cet axe étant orienté sensiblement vers le centre (C) du réflecteur, et en ce que cet axe se trouve dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi (N*) par l'effet miroir du réflecteur et qui comprend le centre (C).

- 5 **2.** Antenne selon la revendication 1, ayant une seule tête de réception, caractérisée en ce que cette tête est mobile et est disposée à décrire un segment d'un cercle autour du centre (C) dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.
- 10 **3.** Antenne selon la revendication 1, ayant une seule tête de réception, caractérisée en ce que cette tête est mobile et est disposée à décrire une ligne droite qui est sensiblement dans le plan des images des satellites du réflecteur et dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.
- 15 **4.** Antenne selon la revendication 1, ayant plusieurs têtes de réception fixe, caractérisée en ce que ces têtes sont contigues et disposées selon un segment de cercle autour du centre (C), le cercle se trouvant dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.
- 20 **5.** Antenne selon la revendication 1, ayant plusieurs têtes de réception fixe, caractérisée en ce que les têtes sont contigues et disposées selon une ligne droite qui est sensiblement dans le plan des images des satellites du réflecteur, cette ligne se trouvant dans ledit plan perpendiculaire à l'axe polaire réfléchi.
- 25 **6.** Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le réflecteur (1) est orienté dans l'espace de façon à ce que son plan d'excentricité (XZ) est aligné à l'un des modes de polarisation du faisceau reçu.
- 30 **7.** Procédé de mise en oeuvre d'une antenne de réception du type comprenant une tête de réception mobile (1) et un réflecteur parabolique excentré fixe (1), le réflecteur (1) étant destiné à capter les faisceaux (f) d'ondes électromagnétiques polarisées, émis par au moins deux satellites (N° 1 à N° 6) en orbite géostationnaire, localisés en des endroits distincts d'un arc de ladite orbite, et à focaliser ces faisceaux captés (f) en des points focaux (P_{foc}), l'antenne comprenant en outre un support (3) de la tête de réception (2) de manière à ce qu'elle soit disposée en relation de proximité avec lesdits points focaux (P_{foc}) de manière à recevoir l'énergie véhiculée par les faisceaux focalisés (f_{foc}) et à la convertir en signaux électriques, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 35 - une phase préliminaire consistant à orienter dans l'espace aux points focaux ledit réflecteur (1) par rapport à un axe polaire (A_p) parallèle à l'axe de rotation du globe terrestre et des orbites géostationnaires, de manière à ce qu'il soit pointé vers un premier satellite (N° 3) localisé sur ledit arc de l'orbite géostationnaire pour une réception optimale de ce satellite, cette orientation déterminé du plan d'excentricité (XZ) du réflecteur (1) et le plan des orbites géostationnaires (f), en ce que, ladite tête de réception (2) ayant un diagramme de rayonnement présentant un axe de sensibilité maximale, cet axe coupe la surface du réflecteur parabolique (1) en son centre et en ce que la tête (2) soit placée dans le plan d'excentricité (XZ) du réflecteur (1) en une première position de proximité desdits points focaux (P_{foc}) pour la réception de l'énergie véhiculée par le premier satellite (N° 3), dite position de repos ;
- 40 - et au moins une étape de balayage dudit arc de l'orbite géostationnaire pour réaliser la commutation entre ce premier satellite (N° 3) et un deuxième satellite comprenant le déplacement de la tête de réception (2) à partir de la dite position de repos vers une deuxième position, le déplacement s'effectuant dans un plan (YZ_1) perpendiculaire à un axe, dit polaire réfléchi (N*), représentant la réflexion dudit axe polaire (A_p) par rapport au plan tangent (P_T) à la surface du réflecteur parabolique (1) en son centre (C).
- 45 **8.** Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit déplacement pendant l'étape de balayage s'effectue par rotation autour d'un axe (A_{rot}) passant par le centre (C) dudit réflecteur parabolique (1) et parallèle audit axe polaire réfléchi (N*)
- 50 **9.** Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que pendant ledit déplacement ledit axe de sensibilité maximale de la tête de réception (2) traverse, à tout instant, le réflecteur parabolique (1) en son centre (C).
- 55 **10.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les satellites étant au moins au nombre de trois (N° 1 à N° 6), la phase préliminaire d'orientation dans l'espace du réflecteur (1) consiste à pointer celui-ci sur le satellite (N° 3) le plus proche du centre de l'arc de l'orbite géostationnaire à balayer.

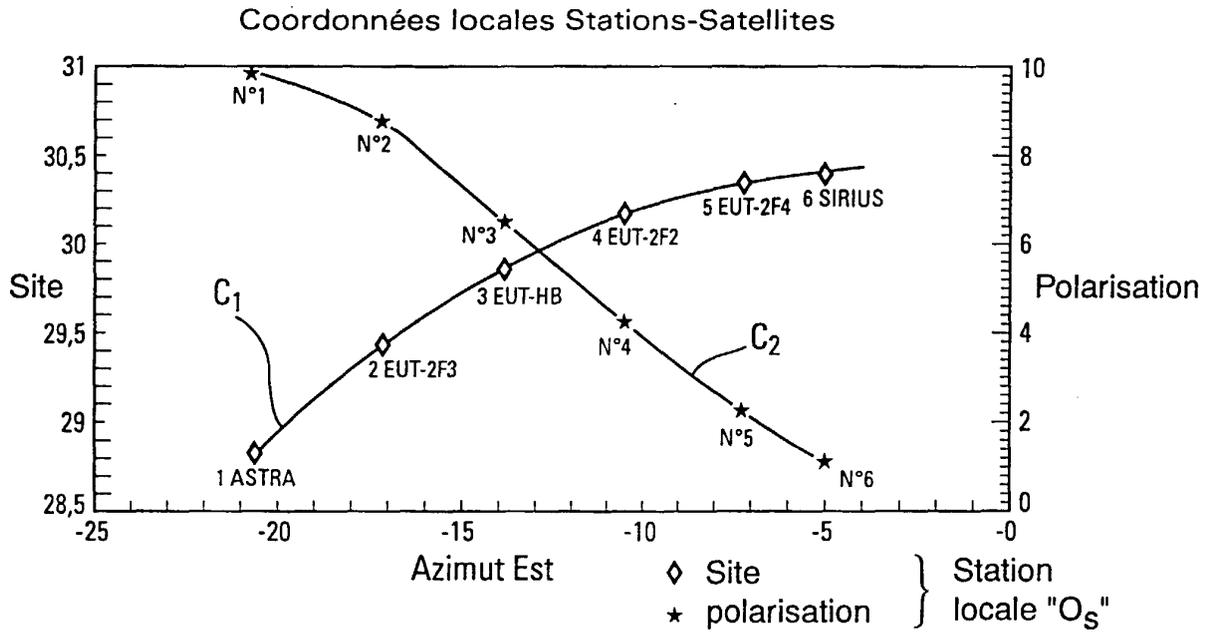


Fig. 1

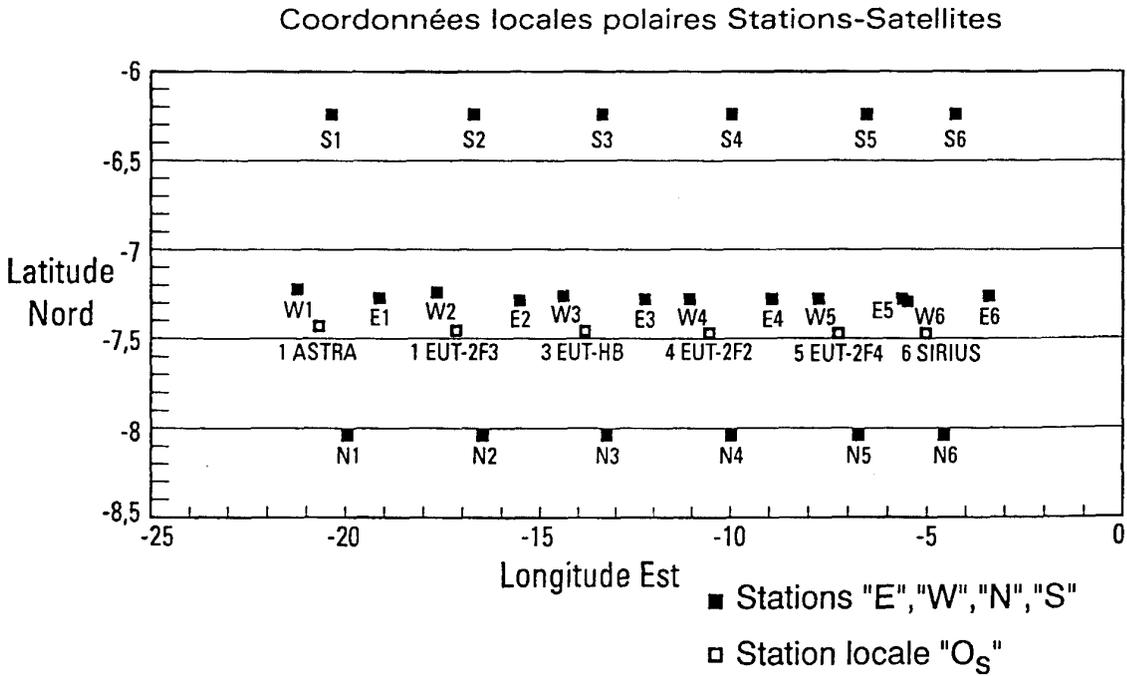


Fig. 2

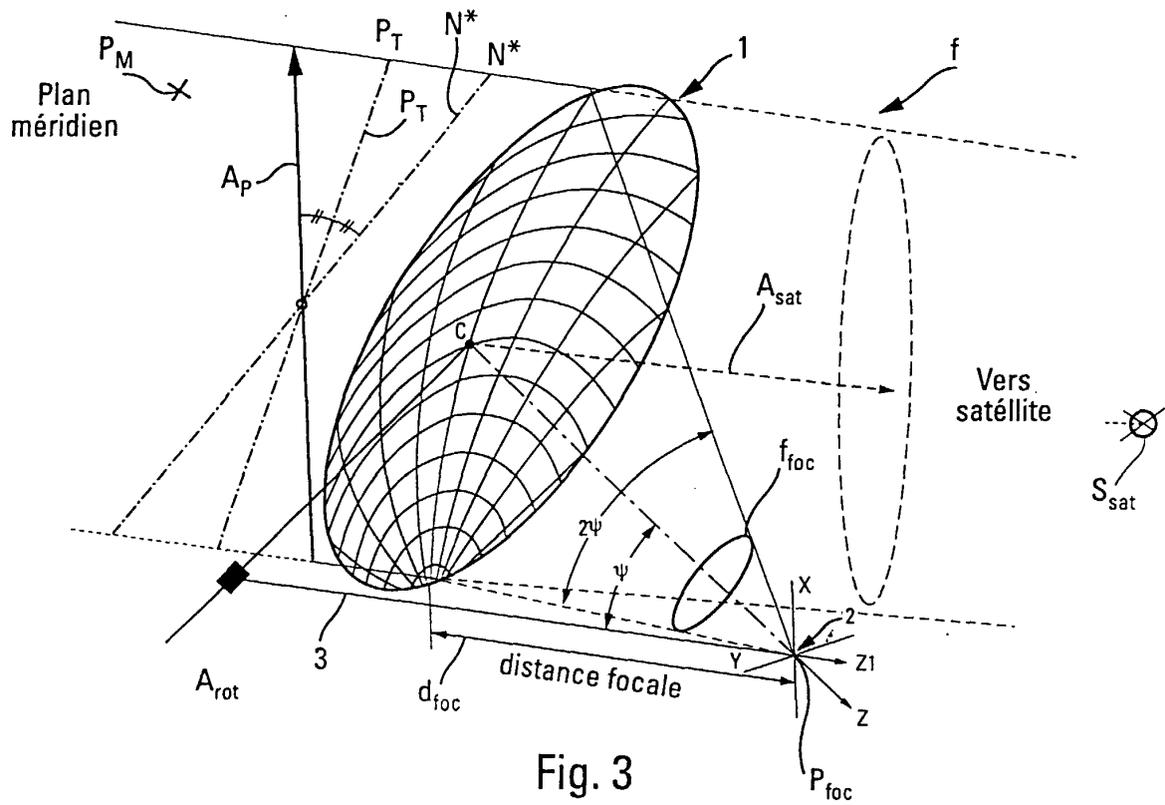
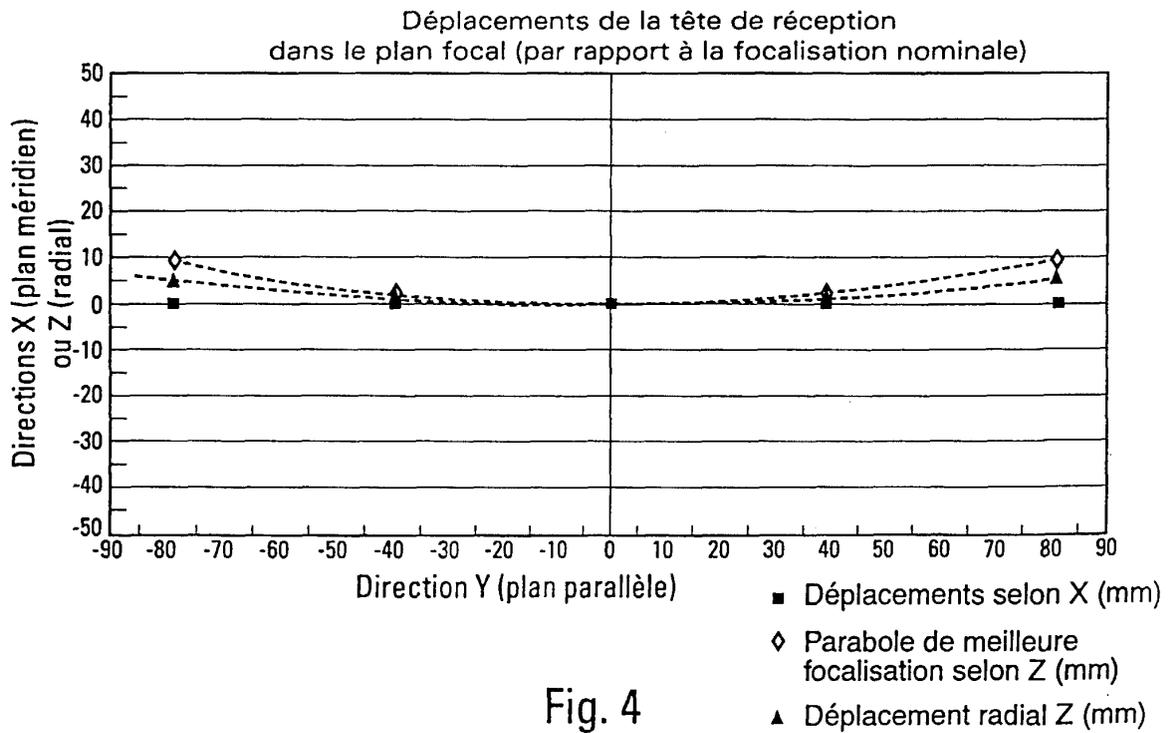


Fig. 3



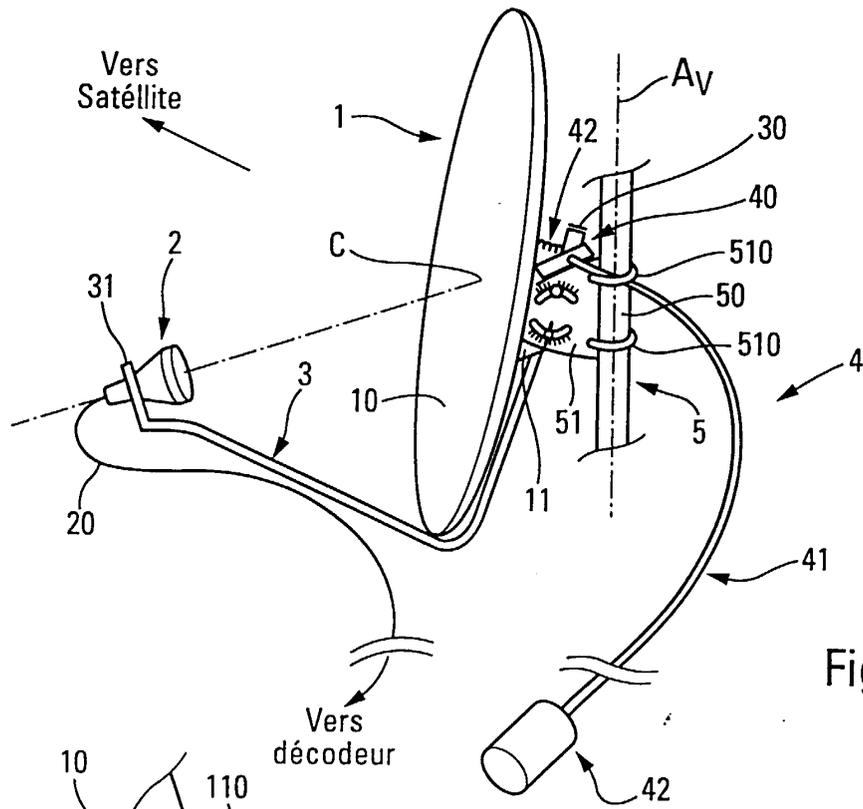


Fig. 5

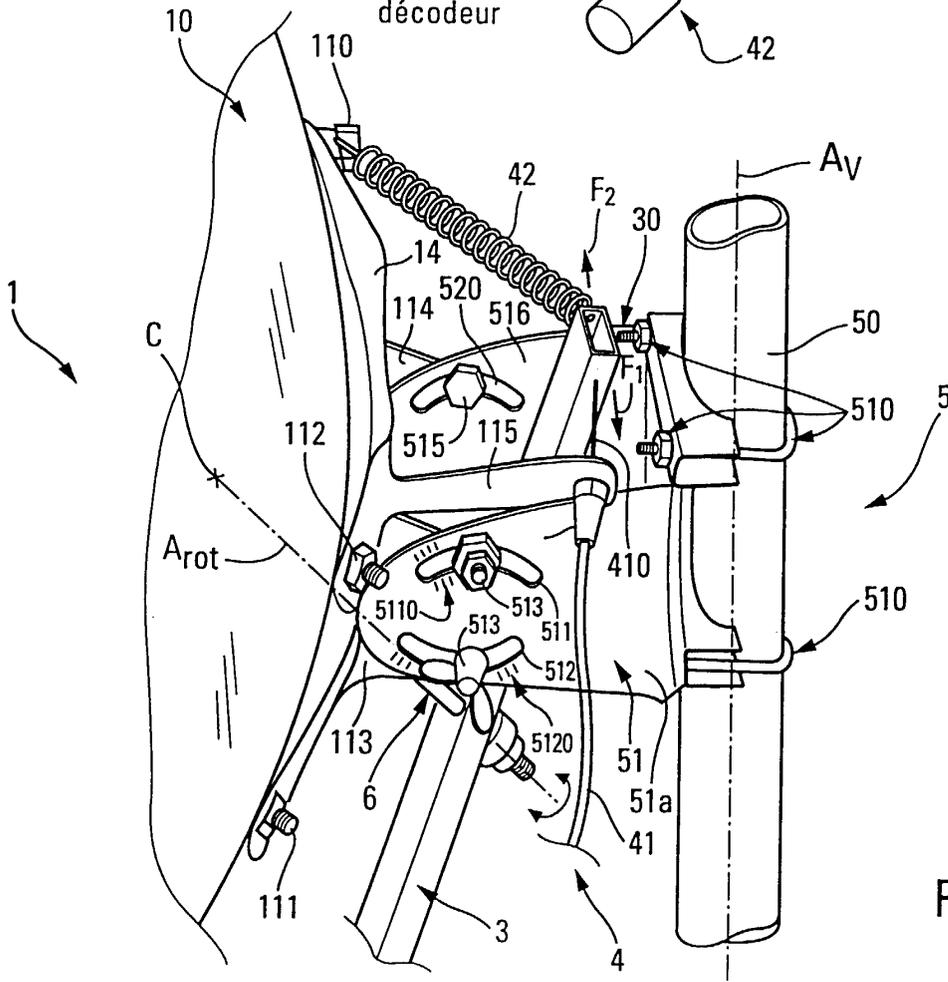


Fig. 6

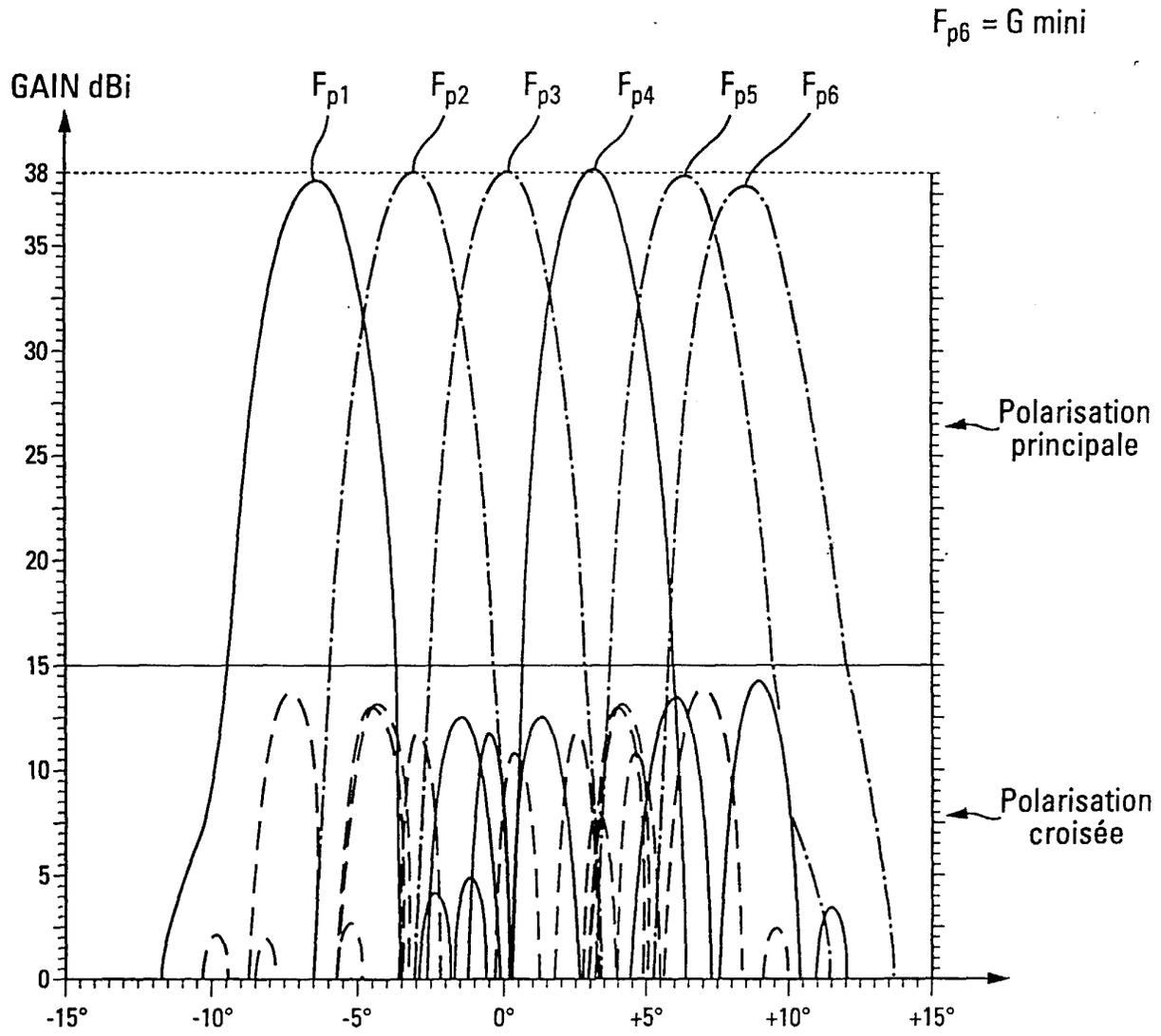


Fig. 7

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 1976

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	GB 2 231 445 A (SALE ANTHONY EDGAR) 14 novembre 1990 (1990-11-14) * page 2, ligne 23 - page 3, ligne 20; figure 3 *	1,2,7-9	H01Q3/18 H01Q19/13 H01Q19/17
Y	---	3-6	
A	---	10	
X	DE 43 07 675 A (MAKSAN ZORAN) 16 septembre 1993 (1993-09-16) * colonne 3, ligne 51 - colonne 4, ligne 33; figures 3,4,6 *	1-3,7-10	
Y	---	3	
Y	GB 2 283 367 A (HESSEL STEVEN VAUSE ;HOLLIER DAVID ANDREW (GB)) 3 mai 1995 (1995-05-03) * page 7, ligne 1-28; figures 7-9 *	3	
Y	---	4	
Y	FR 2 701 337 A (WARCHOL FRANCOIS) 12 août 1994 (1994-08-12) * page 4, ligne 26 - page 5, ligne 7; figures 1,4 *	4	
Y	---	5	
Y	EP 0 707 357 A (WANG PIERRE) 17 avril 1996 (1996-04-17) * colonne 4, ligne 12-37; revendications 1-5; figures 1,3 *	5	H01Q
Y	---	6	
Y	EP 0 843 381 A (YAGI ANTENNA) 20 mai 1998 (1998-05-20) * colonne 9, ligne 10 - colonne 12, ligne 1; revendication 1; figures 1-8 *	6	
A	---	1,3	
A	DE 43 14 816 A (HUEGELMANN JOACHIM ;BRETTSCHEIDER HORST (DE)) 4 août 1994 (1994-08-04) * colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 24; figures 1,2,4 *	1,3	
	---	-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		23 septembre 1999	Van Dooren, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 1976

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
A	"EINE SCHUESSEL FUER FÜNF SATELLITEN" FUNKSCHAU, vol. 63, no. 13, 14 juin 1991 (1991-06-14), pages 66-67, XP000234434 -----	
		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE	23 septembre 1999	Van Dooren, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503_03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 1976

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

23-09-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2231445 A	14-11-1990	AUCUN	
DE 4307675 A	16-09-1993	DE 9203444 U	07-05-1992
GB 2283367 A	03-05-1995	AUCUN	
FR 2701337 A	12-08-1994	AUCUN	
EP 0707357 A	17-04-1996	FR 2725561 A CN 1127943 A JP 8242119 A	12-04-1996 31-07-1996 17-09-1996
EP 0843381 A	20-05-1998	JP 10145138 A JP 10163737 A JP 10173562 A CN 1195900 A	29-05-1998 19-06-1998 26-06-1998 14-10-1998
DE 4314816 A	04-08-1994	DE 9306769 U	26-08-1993

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82